



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 103 14 771 A1 2004.10.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 14 771.3

(22) Anmeldetag: 31.03.2003

(43) Offenlegungstag: 14.10.2004

(51) Int Cl.⁷: F16H 1/28

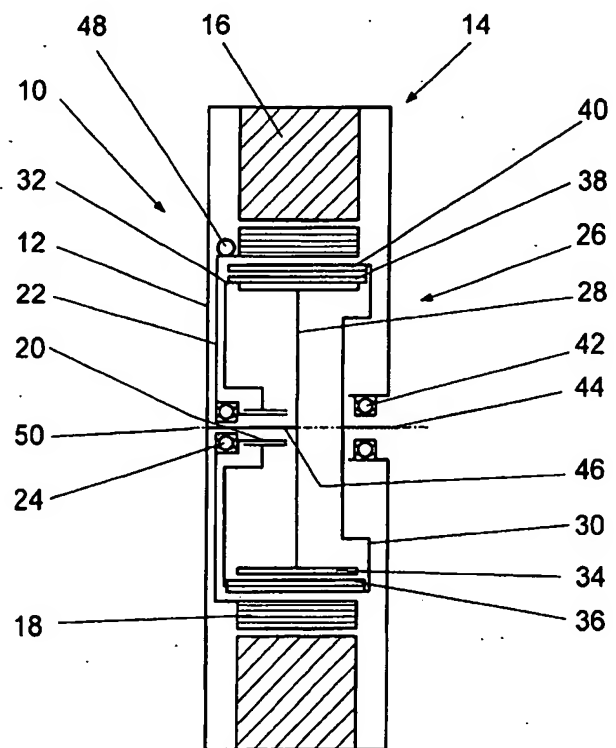
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Moench, Jochen, 76547 Sinzheim, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Stellantrieb

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung geht aus von einem Stellantrieb (10) mit einem Elektromotor (14), der über ein Zahnradgetriebe (26) in Planetenbauweise, das ein erstes gehäusefestes Zentralrad (28) und ein zweites drehbares Zentralrad (30) umfasst, eine Abtriebswelle (44) antreibt, wobei die Verzahnungen (34, 40) der beiden Zentralräder (28, 30) jeweils mit einer anderen Verzahnung (36, 38) eines Planetenrads (32) kämmen und Getriebestufen mit unterschiedlichen Untersetzungen bilden. Es wird vorgeschlagen, dass das Planetenrad (32) als Hohlrad mit einer Innenverzahnung (36) und einer Außenverzahnung (38) ausgebildet und auf einem Exzenter (20) drehbar gelagert ist, der um eine zur Abtriebswelle (44) koaxialen Rotationsachse (50) drehbar in einem Gehäuse (12) gelagert ist und von dem Elektromotor (14) angetrieben wird, und dass ein Zentralrad (28) ein Sonnenrad ist, das mit seiner Außenverzahnung (24) in die Innenverzahnung (36) des Planetenrads (32) eingreift, während die Innenverzahnung (40) des als Hohlrad ausgebildeten anderen Zentralrads (30) mit der Außenverzahnung (38) des Planetenrads (32) kämmt.



Beschreibung**Stand der Technik**

[0001] Die Erfindung geht von einem Stellantrieb nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 aus.

[0002] Grundsätzlich besteht ein Wunsch nach immer leistungsstärkeren und kompakteren Stellantrieben. In der Kraftfahrzeugindustrie werden diese z.B. zum Antrieb von Scheibenwischern, Fensterhebern, Sitzen, Schiebedächern oder dgl. eingesetzt. Insbesondere bei Zweimotoren-Wischanlagen werden Stellantriebe benötigt, die ein sehr hohes Moment erzeugen und in einem äußerst beengten Bauraum untergebracht werden müssen. Ziel ist es z.B. einen Stellantrieb mit einem Bauvolumen von ungefähr 500 cm³ zu schaffen, der mit einem reversierbaren Elektromotor mit 60 Zyklen pro Sekunde ein Abtriebsmoment von 35 Nm erzeugt.

[0003] Aus der DE 100 03 350 A1 ist eine Verstellvorrichtung zum Verstellen eines zweiten Teiles gegenüber einem ersten Teil, insbesondere zum Verstellen von Gelenkteilen bekannt, wie z.B. Roboter-gelenkteilen. Die Vorrichtung umfasst einen Elektromotor, z.B. einen schnell laufenden Elektromotor kleiner Baugröße mit einem geringen Drehmoment, der über ein Planetengetriebe mit einer hohen Untersetzung das erste Bauteil zum zweiten Bauteil verstellt. Das Planetengetriebe ist als ein reduziertes Koppelgetriebe ausgebildet, das auch kurz Wolfrom-Getriebe genannt wird. Es besitzt zwei Zentralräder, die als Hohlräder mit Innenverzahnungen ausgebildet sind, und jeweils mit Planetenrädern mit entsprechenden Außenverzahnungen kämmen. Ein Zentralrad ist mit dem ersten Bauteil fest verbunden, während das andere Zentralrad mit dem zweiten Bauteil fest verbunden und relativ zum ersten Zentralrad drehbar gelagert ist. In der Regel ist das erste Bauteil ortsfest, indem es beispielsweise mit einem Gehäuseteil des Elektromotors verbunden ist. Das erste Zentralrad bildet mit den ihm zugeordneten Planetenrädern eine erste Getriebestufe, während das zweite Zentralrad mit den ihm zugeordneten Planetenrädern eine zweite Getriebestufe bildet. Die Planetenräder beider Getriebestufen sind jeweils drehfest miteinander verbunden. Eine der Getriebestufe wird von der Motorwelle des Elektromotors über ein Sonnenrad angetrieben. Durch die Wahl der Übersetzungen der Getriebestufen kann erreicht werden, dass der Abtrieb des Stellantriebs relativ zum Antrieb eine gleiche oder eine entgegengesetzte Drehrichtung aufweist. Ferner ergibt sich aus einer hohen Untersetzung des bekannten Planetengetriebes verbunden mit einem entsprechenden Wirkungsgrad eine Selbsthemmung, so dass zwar vom Antrieb zum Abtrieb ein Drehmoment übertragen werden kann, jedoch nicht in umgekehrter Richtung vom Abtrieb zum Antrieb hin.

[0004] Solche Planetengetriebe sind ferner aus VDI-Berichte 672, Verein deutscher Ingenieure „Planetengetriebe, eine leistungsfähige Komponente der Antriebstechnik“, VDI-Verlag 1988, bekannt. Auf den Seiten 146, 147 sind in Bild 2 und Bild 3 selbsthemmungsfähige Planetengetriebe gezeigt und unter Ziffer 3 auf Seite 147 die Bedingungen für eine Selbsthemmung definiert.

[0005] Aus der US 4 918 344 ist ferner ein langsam laufender Servoantrieb für Roboter und ähnlich automatisch steuerbare Maschinen bekannt. Der Antriebsmotor umfasst beispielsweise einen Gleichstrommotor, einen Wechselstrommotor, Direktantriebsmotor oder Schrittmotor, der mit einem hoch untersetzenden Planetengetriebe zusammenarbeitet. Das Planetengetriebe ist ein Reibungsplanetengetriebe, bei dem die Momente zwischen den Getriebeelementen, den Zentralrädern und den Planetenrädern kraftschlüssig durch Reibung übertragen werden. Die Zentralräder und die Planetenräder sind als Rollen ausgebildet. Durch Schlupf zwischen den Getriebeelementen ist eine eindeutige Zuordnung der Stellbewegung am Antrieb zur Stellbewegung am Abtrieb nicht gewährleistet.

[0006] Das Planetengetriebe, das kompakt und leicht gestaltet ist, ist zumindest teilweise innerhalb eines hohlzylindrischen Rotors des Elektromotors untergebracht. Der Rotor treibt über eine Scheibe ein Sonnenrad einer ersten Getriebestufe an, deren Planetenräder in kraftschlüssiger Verbindung mit dem Sonnenrad und einem ersten Hohlrad stehen, das mit dem Gehäuse des Elektromotors drehfest verbunden ist. Ein Planetenträger, an dem die Planetenräder der ersten Getriebestufe drehbar gelagert sind, ist mit einem weiteren Sonnenrad gekoppelt, das mit entsprechenden Planetenrädern und einem zweiten Hohlrad zu einer zweiten Getriebestufe gehört. Ein zweiter Planetenträger, an dem die Planeten der zweiten Getriebestufe drehbar gelagert sind, ist mit der Abtriebswelle des Stellantriebs gekoppelt, während die Planetenräder sich kraftschlüssig an dem zweiten gehäusefesten Hohlrad abstützen. Das Planetengetriebe, das auch als einstufiges Getriebe ausgebildet sein kann, besitzt keine Selbsthemmung.

[0007] In der älteren Patentanmeldung DE 102 43 809.9 ist ein Stellantrieb mit einem Elektromotor beschrieben, der über ein Zahnradgetriebe in Planetenbauweise eine Abtriebswelle antreibt. Das Planetengetriebe umfasst ein erstes gehäusefestes Zentralrad und ein zweites drehbares, mit dem Abtrieb verbundenes Zentralrad. Beide Zentralräder sind gleichartig, z.B. Hohlräder. Sie bilden jeweils mit mindestens einem Planetenrad Getriebestufen mit unterschiedlichen Untersetzungen, wobei das zum ersten Zentralrad gehörige Planetenrad mit dem zum zweiten Zentralrad gehörigen Planetenrad drehfest verbunden ist. Die beiden miteinander verbundenen Pla-

netenräder bilden ein so genanntes Stufenplanetenrad, das an seinen Stufen entsprechend den Übersetzungen unterschiedliche Verzahnungen aufweist. Der Elektromotor treibt den Planetenträger an, an dem die Planetenräder drehbar gelagert sind. Als Elektromotor wird bevorzugt ein elektronisch kommutierter Gleichstrommotor verwendet, dessen Rotor das Planetengetriebe umgibt. Solche Stellantriebe eignen sich für Stellaufgaben aller Art, u.a. auch für den Antrieb von Scheibenwischern von Kraftfahrzeugen. Sie besitzen einen hohen Wirkungsgrad und beanspruchen nur einen geringen Bauraum.

Vorteile der Erfindung

[0008] Nach der Erfindung ist das Planetenrad als Hohlrad mit einer Innenverzahnung und einer Außenverzahnung ausgebildet und auf einem Exzenter drehbar gelagert. Dieser ist seinerseits in einem Gehäuse drehbar gelagert, und zwar um eine Drehachse, die coaxial zur Abtriebswelle verläuft. Ein Elektromotor treibt über Exzenter ein Sonnenrad an, das mit seiner Außenverzahnung in die Innenverzahnung des Planetenrads eingreift. Dieses treibt über seine Außenverzahnung ein Hohlrad an, das mit einer Abtriebswelle triebmäßig verbunden ist. Das Wolfram-Planetengetriebe mit nur einem exzentrisch gelagerten Planetensatz, der jedoch nicht wie üblich axial, sondern radial in die Verzahnungen der Zentralräder eingreift und auf ein innen- und außenverzahntes Hohlrad reduziert ist, besitzt die für Planetengetriebe üblichen Vorteile wie eine hohe Leistungsdichte sowie einen großen Übersetzungsbereich und ist zudem extrem kurz bauend. Es besteht aus wenigen, einfach zu tolerierenden und zu fügenden Teilen und kann durch die Innen-/Außenverzahnungen für den Bauraum relativ hohe Momente übertragen. Durch die in den Verzahnungen niedrigen Geschwindigkeiten ist die zu erwartende Geräuschentwicklung gering, zumal wenn die Verzahnung in Ausgestaltung der Erfindung als Schrägverzahnung und/oder als Hochverzahnung ausgebildet ist. Ferner kann die Geräuschemission verringert werden, wenn die Zahnräder oder zumindest ihre Verzahnungen aus Kunststoff hergestellt sind.

[0009] Um zu vermeiden, dass die Axialkräfte, die durch die Schrägverzahnung entstehen, die Lager der Zahnräder belasten, ist es zweckmäßig, dass gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung der Schrägungswinkel der Verzahnungen zwischen dem ersten Zentralrad und dem Planetenrad so auf den Schrägungswinkel der Verzahnungen zwischen dem Planetenrad und dem zweiten Zentralrad abgestimmt sind, dass sich unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Übersetzungsverhältnisse die aus der Schrägverzahnung resultierenden Axialkräfte weitgehend aufheben. Ferner ist es zweckmäßig, die Übersetzungen der Getriebestufen so zu wählen, dass das Planetengetriebe Selbsthemmung aufweist. Da-

durch wird ohne großen Aufwand die jeweilige Stellung des Stellantriebs gesichert. Die Zusammenhänge zwischen den Übersetzungen, dem Wirkungsgrad und der Selbsthemmung sind z.B. in Konstruktionsbüchern, Band 26, „Zahnradgetriebe“, Johannes Looman, Springer Verlag Berlin 1970, Seiten 26 bis 31, für vergleichbare Planetengetriebe dargestellt.

Zeichnung

[0010] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Zeichnung, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

[0011] Es zeigen:

[0012] Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Stellantrieb und

[0013] Fig. 2 eine Variante zu Fig. 1.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0014] Ein Stellantrieb 10 umfasst im Wesentlichen einen Elektromotor 14, vorzugsweise einen elektronisch kommutierten Gleichstrommotor mit einem Stator 16 und einem Rotor 18, und ein Planetengetriebe 26 mit einem ersten Zentralrad 28 und einem zweiten Zentralrad 30 sowie einem Planetenrad 32, das das erste Zentralrad 28 mit dem zweiten Zentralrad 30 triebmäßig verbindet.

[0015] Der Rotor 18 des Elektromotors 14 treibt über eine Scheibe 22 einen Exzenter 20 an, der mittels Lager 24 um eine Rotationsachse 50 im Gehäuse 12 drehbar gelagert ist.

[0016] Das erste Zentralrad 28 ist als Sonnenrad ausgebildet und über eine Achse 46 drehfest mit dem Gehäuse 12 verbunden, während das zweite Zentralrad 30, ein Hohlrad mit einer Innenverzahnung 40, eine Abtriebswelle 44 antreibt, die coaxial zur Rotationsachse 50 verläuft und durch Lager 42 im Gehäuse 12 drehbar gelagert ist. Radial zwischen dem ersten Zentralrad 28 und dem zweiten Zentralrad 30 ist das Planetenrad 32 vorgesehen, das als Hohlrad ausgebildet ist und mit einer Innenverzahnung 36 mit einer Außenverzahnung 34 des ersten Zentralrads 28 sowie mit einer Außenverzahnung 38 mit der Innenverzahnung 40 des zweiten Zentralrads 30 kämmt. Die zwei Zahneingriffsstellen zwischen dem Planetenrad 32 und dem ersten Zentralrad 28 sowie zwischen dem Planetenrad 32 und dem zweiten Zentralrad 30 liegen diametral zur Drehachse 50 bzw. zur Abtriebswelle 44.

[0017] Das Planetenrad 32 ist drehbar auf dem Exzenter 20 gelagert. Wird der Exzenter 20 vom Elektromotor 14 angetrieben, dreht sich das Planetenrad 32 um seine zentrische Symmetrieachse, die ihrerseits um die Rotationsachse 50 kreist. Dabei ist die Exzentrizität des Exzenter 20 auf die Zähnezahlen und Verzahnungsgeometrien der Verzahnungen 34, 36, 38, 40 so abgestimmt, dass der Zahneingriff zwischen den Zahnrädern 28, 30, 32 während des Betriebs gewährleistet ist. Durch die Wahl der Zähnezahlen lässt sich ein extrem breiter Untersetzungsbereich erreichen. Die Untersetzung berechnet sich für ein stehendes erstes Zentralrad 28 und den Abtrieb über das zweite Zentralrad 30 mit

$$n_2 = n_2' = n_s(Z_2 - Z_1)/Z_1 = n_s(Z_2/Z_1 - 1)$$

$$n_3 = n_s(Z_3 - Z_2')/Z_2' - n_s(Z_2 - Z_1)/Z_1 = n_s(Z_3/Z_2' - 1) - n_s(Z_2/Z_1 - 1) = n_s(Z_3/Z_2' - Z_2/Z_1)$$

$$i = n_{\text{Antrieb}}/n_{\text{Abtrieb}} = n_s/n_3 = 1/((Z_3/Z_2') - (Z_2/Z_1))$$

wobei

n_2 = Drehzahl der Außenverzahnung 38 des Planetenrads 32,

n_2' = Drehzahl der Innenverzahnung 36 des Planetenrads 32,

n_s = Drehzahl des Exzenter 20,

Z_1 = die Zähnezahl der Außenverzahnung 34,

Z_2 = die Zähnezahl der Innenverzahnung 36,

Z_2' = die Zähnezahl der Außenverzahnung 38,

Z_3 = die Zähnezahl der Innenverzahnung 40,

i = die Übersetzung des Planetengetriebes 26 ist.

[0018] Je ähnlicher die Verzahnung Z_1 zu Z_2 und Z_2' zu Z_3 ausfallen, also

$$Z_2/Z_1 \approx Z_3/Z_2'$$

desto ähnlicher wird das Verhältnis $(Z_2 Z_2'/Z_2 Z_3)$ zu 1 und damit die Untersetzung 1:∞. Um eine Untersetzung von 1:63 zu erreichen, wie sie häufig für Stellantriebe in Kraftfahrzeugen eingesetzt wird, kann z.B. die Zahlenkombination

$$Z_1 = 29$$

$$Z_2 = 33$$

$$Z_2' = 39$$

$$Z_3 = 45$$

verwendet werden. Weitere Kombinationen lassen sich leicht z.B. mit Hilfe einer Tabellenkalkulation ermitteln.

[0019] Grundsätzlich kann frei gewählt werden, welches der Zentralräder 28, 30 im Gehäuse 12 festgehalten wird. Da aus geometrischen Gründen beim vorgeschlagenen radialen Aufbau die Beträge der Zähnezahlen $|Z_3| > |Z_2'|$, $|Z_2| > |Z_1|$ sein müssen, ist es, um hohe Untersetzungen zu erreichen, notwendig, das innere Zahnrad festzuhalten und das äußere

Hohlrad als Abtrieb zu verwenden und nicht, wie denkbar und vor allem konstruktiv einfacher ausführbar, die umgekehrte Zahnradkette auszuführen. Bildlich gesprochen wird durch das Abwälzen des Planetenrads 32 eine Drehung erzeugt, die ins Langsame untersetzt werden muss, was nur erreicht werden kann, indem man die Außenverzahnung 38 auf einem größeren Durchmesser der Innenverzahnung 40 und nicht die Innenverzahnung 36 auf einen kleineren Durchmesser der Außenverzahnung 34 abwälzt.

[0020] Die Verzahnungen 34, 36, 38, 40 können aus Kunststoff hergestellt werden, indem sie auf einen metallischen Träger aufgespritzt werden oder indem die zugehörigen Zahnräder 28, 30, 32 aus Kunststoff hergestellt werden. Die Verzahnungen 34, 36, 38, 40 können ferner aus Geräusch- oder Festigkeitsgründen als Schrägverzahnung und/oder Hochverzahnung ausgebildet werden. Zum Ausgleich der exzentrisch um die Drehachse 50 rotierenden Massen des Planetenrads 32 wird zweckmäßigerweise eine Ausgleichsmasse 48 vorgesehen.

[0021] Bei der Ausführung nach Fig. 1 ist das Planetengetriebe 26 innerhalb des Rotors 18 des Elektromotors angeordnet. Es ergibt sich dadurch eine sehr flache Bauweise.

[0022] Bei der Ausführung nach Fig. 2 ist das Planetengetriebe 26 axial versetzt zum Elektromotor 14 angeordnet. Diese Bauweise ist besonders interessant, wenn der Bauraum innerhalb des Rotors für das Planetengetriebe 26 nicht ausreicht oder eine maximale zulässige radiale Erstreckung nicht überschritten werden darf. Ferner lässt diese Ausführung einen Abtrieb durch die Motormitte auf beiden Seiten des Elektromotors 14 zu.

[0023] Besonders geeignet sind zum Aufbau des erfindungsgmäßigen Stellantriebs 10 Blechstanzteile und Blechumformteile, wodurch sich die Baulänge des Getriebes auf wenige Millimeter reduzieren lässt.

Patentansprüche

1. Stellantrieb (10) mit einem Elektromotor (14), der über ein Zahnradgetriebe (26) in Planetenbauweise, das ein erstes gehäusefestes Zentralrad (28) und ein zweites drehbares Zentralrad (30) umfasst, eine Abtriebswelle (44) antreibt, wobei die Verzahnungen (34, 40) der beiden Zentralräder (28, 30) jeweils mit einer anderen Verzahnung (36, 38) eines Planetenrads (32) kämmen und Getriebestufen mit unterschiedlichen Untersetzungen bilden, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Planetenrad (32) als Hohlrad mit einer Innenverzahnung (36) und einer Außenverzahnung (38) ausgebildet und auf einem Exzenter (20) drehbar gelagert ist, der um eine zur Abtriebswelle (44) koaxialen Rotationsachse (50)

drehbar in einem Gehäuse (12) gelagert ist und von dem Elektromotor (14) angetrieben wird, und dass ein Zentralrad (28) ein Sonnenrad ist, das mit seiner Außenverzahnung (24) in die Innenverzahnung (36) des Planetenrads (32) eingreift, während die Innenverzahnung (40) des als Hohlrad ausgebildeten anderen Zentralrads (30) mit der Außenverzahnung (38) des Planetenrads (32) kämmt.

2. Stellantrieb (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das als Sonnenrad ausgebildete erste Zentralrad (28) im Gehäuse (12) fest sitzt.

3. Stellantrieb (10) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Übersetzungen der Getriebestufen so gewählt sind, dass das Planetengetriebe (26) Selbsthemmung aufweist.

4. Stellantrieb (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Planetengetriebe (26) innerhalb eines Rotors (18) des Elektromotors (14) untergebracht ist.

5. Stellantrieb (10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Planetengetriebe (26) seitlich des Elektromotors (14) angeordnet ist und die Abtriebswelle (44) quer durch den Stellantrieb (10) geführt ist.

6. Stellantrieb (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromotor (12) ein elektronisch kommutierter Gleichstrommotor ist.

7. Stellantrieb (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass er zum Antrieb eines Scheibenwischers eines Kraftfahrzeugs dient.

8. Stellantrieb (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eines der Zahnräder (28, 30, 32) ganz aus Kunststoff hergestellt ist oder eine Verzahnung (34, 36, 38, 40) aus Kunststoff besitzt.

9. Stellantrieb (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verzahnungen (34, 36, 38, 40) eine Schrägverzahnung sind.

10. Stellantrieb (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verzahnungen (34, 36, 38, 40) als Hochverzahnungen ausgebildet sind.

11. Stellantrieb (10) nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Schrägungswinkel der Verzahnungen (34, 36) zwischen dem ersten Zentralrad (28) und dem Planetenrad (32) so auf den Schrägungswinkel der Verzahnungen

(38, 40) zwischen dem Planetenrad (32) und dem zweiten Zentralrad (30) abgestimmt sind, dass sich unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Übersetzungsverhältnisse die durch die Schrägverzahnung resultierenden Axialkräfte weitgehend aufheben.

12. Stellantrieb (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Planetengetriebe (26) aus Blechstanzeilen und/oder Blechumformteilen aufgebaut ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

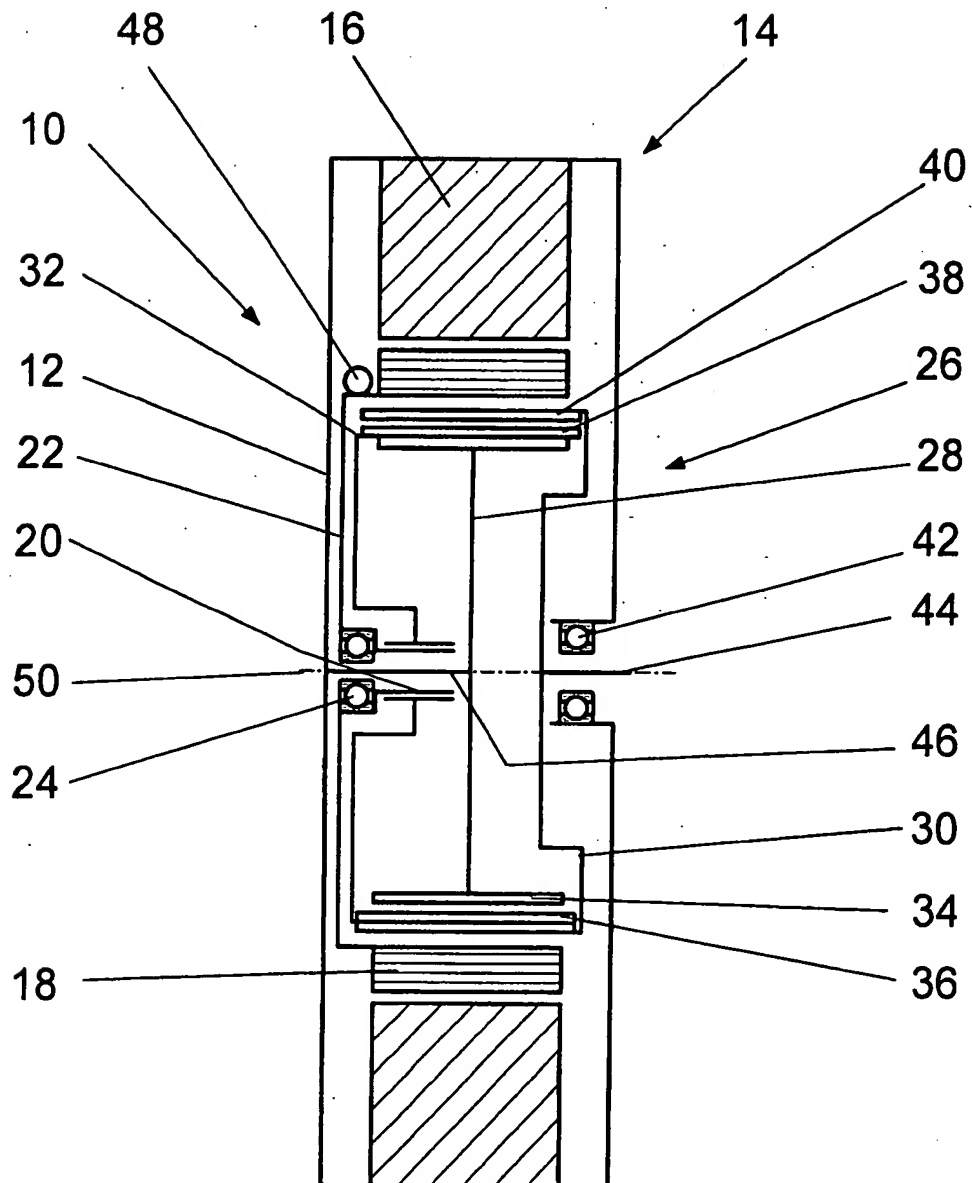


Fig. 1

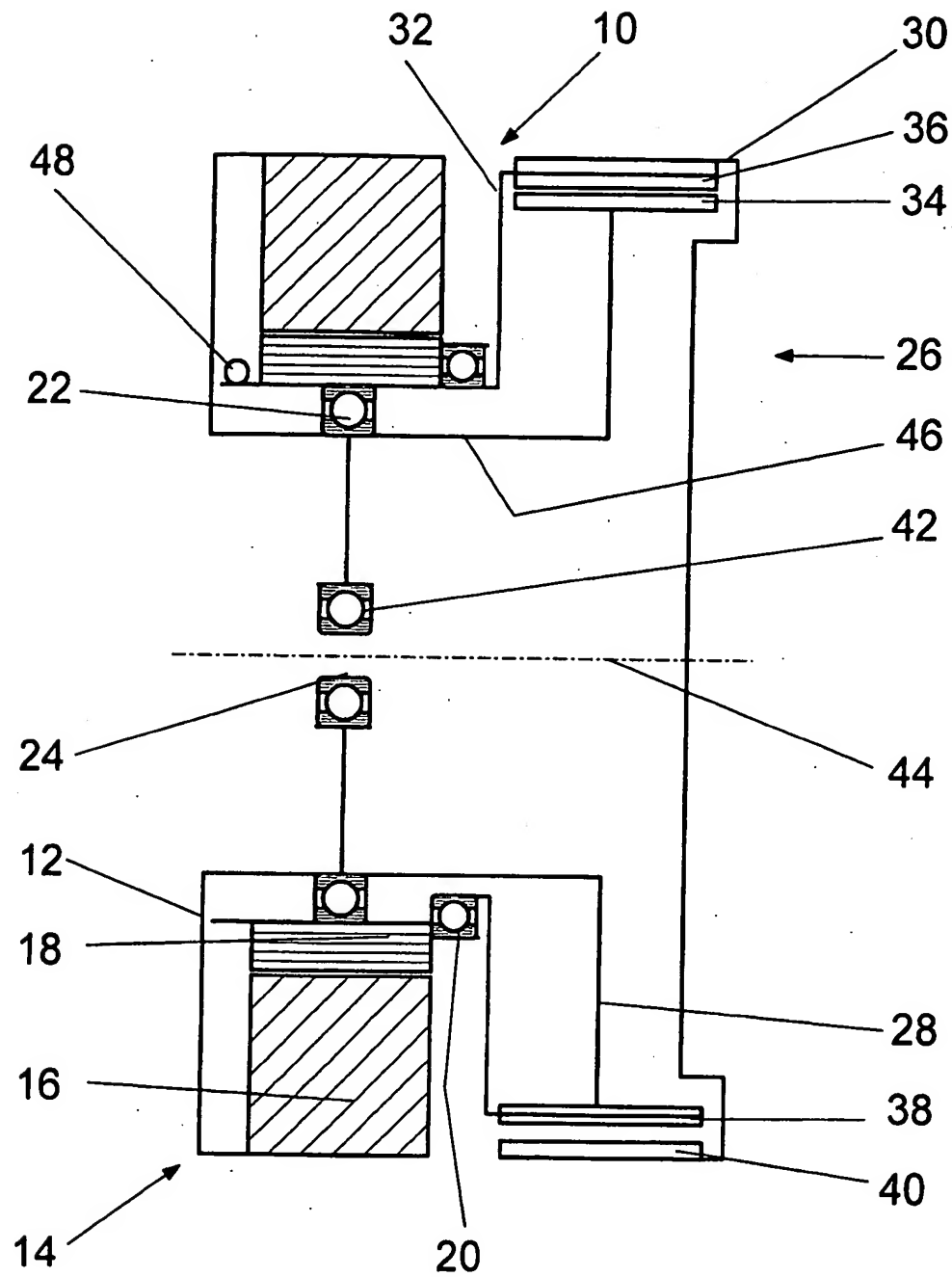


Fig. 2